

621.444.2

**М.О. Дикий, докт. техн. наук, А.С. Соломаха, канд. техн. наук, П.О. Барабаш,
канд. техн. наук, В.Г. Петренко, канд. техн. наук.**

НТУУ “Київський політехнічний інститут”, Україна

ГАЗОПАРОТУРБІННА ТЕХНОЛОГІЯ НА КОМБІНОВАНОМУ ПАЛИВІ

**M.O. Dikiy, Dr., A.S. Solomakha, PhD, P.O. Barabash, PhD, V.G. Petrenko PhD
GAS AND STEAM TURBINE TECHNOLOGY USING COMBINE FUEL**

На даному етапі розвитку енергетики однією з найбільш важливих проблем є підвищення ефективності теплоенергетичних установок, що працюють на органічному паливі. Сьогодні більшість паросилових установок мають початкові параметри пари 24 МПа і 540 °С, а середня температура підводу теплоти в цикл не перевищує 400 °С. Невисоке значення вказаної температури пов'язане з технологічними складностями і високими вимогами до конструктивних матеріалів при виготовленні котельного та турбінного обладнання, а також особливостями використання водяної пари у якості робочого тіла.

Застосування газу в газотурбінних енергетичних установках (ГТУ) суттєво спрощує завдання підвищення середньої температури робочого тіла при підводі теплоти в циклі Брайтона, але при цьому значно складніше знизити температуру газу при відводі теплоти з циклу. В історії теплоенергетики можна помітити своєрідне „змагання” між паровими і газовими установками та їх термодинамічними циклами. Паралельний розвиток газових і парових циклів, однак, не привів до їх антагонізму. Навпаки, намітилася тенденція максимально використовувати їх позитивні якості в комбінованій парогазовій установці. В ній теплота відпрацьованих газів ГТУ використовується в нижній паровій частині об'єднаного циклу Брайтона-Ренкіна, що значно підвищує економічність установки.

В розвинутих країнах світу вже досить давно застосовуються парогазові установки, що реалізують різні теплові схеми. При цьому найкращі показники серед всіх типів парогазових установок мають ПГУ з котлом-утилізатором, зокрема найбільше розповсюдження отримали так звані бінарні газопаротурбінні установки [1], в яких за рахунок теплоти відпрацьованих газів ГТУ в котлі-утилізаторі генерується пара, яка потім спрацьовується на паровій турбіні. Їх ККД виробництва електроенергії з трьох-контурним котлом-утилізатором знаходиться на рівні 60%.

Разом з тим, при своїй роботі такі установки здатні споживати тільки газове або нафтове паливо. Але в сучасних умовах різкого їх подорожчання широке застосування бінарних енергетичних установок стає невигідним. Крім того орієнтація на переважне використання твердого палива на ТЕС є необхідною умовою успішного розвитку вітчизняної енергетики, що об'єктивно відображає ситуацію в паливно-енергетичному балансі України. В зв'язку з цим варто звернути увагу на парогазові енергоустановки, які для своєї роботи можуть використовувати різноманітне тверде паливо.

Сьогодні в світі запропоновано і впроваджено вже досить багато різноманітних парогазових технологій на комбінованому паливі [2-4]. Зокрема доцільною є модернізація сучасних електричних станцій з переведенням їх на парогазовий цикл за рахунок добудови до діючих паротурбінних блоків газотурбінних установок. В залежності від початкової температури циклу ГТУ надлишок повітря у відпрацьованих газах дорівнює $\alpha_{відпр} = 2,5 - 5$, об'ємна концентрація кисню $C_{O_2} = 13 - 16\%$. Це дозволяє реалізувати теплову схему ПГУ із скиданням газів ГТУ в топкову камеру енергетичного котла. В найпростішій схемі вихідні гази ГТУ направляють в пальники енергетично-

го парового котла, де вони використовуються у якості окисника. Ця особливість дозволяє відмовитися від повітрепідігрівача котла і від дуттьових вентиляторів. При цьому в паровому котлі можна спалювати органічне паливо будь-якого виду. До технологічних переваг даної схеми відноситься можливість забезпечення автономного режиму роботи газової та парової частин установки. В результаті такої модернізації значно підвищуються техніко-економічні показники ТЕС ($\eta = 40-42\%$), а доля твердого палива в комбінованому парогазовому циклі може складати 65-70%.

Ще більш суттєвого ефекту можна досягти, якщо в газовій частині використати технологію “Водолій” [5]. ГПТУ на базі технології “Водолій” здатні в своєму циклі реалізовувати процес, в результаті якого температура пари, що отримується в парових котлах в результаті спалювання різного виду палива, зокрема кам’яного або бурого вугілля, торфу і т.п., підвищується до початкової температури газового циклу (див.рис.1). Проведений аналіз показує, що переведення станції на парогазовий цикл з використанням ГПТТ “Водолій” дозволяє отримати ККД на рівні 45...48%.

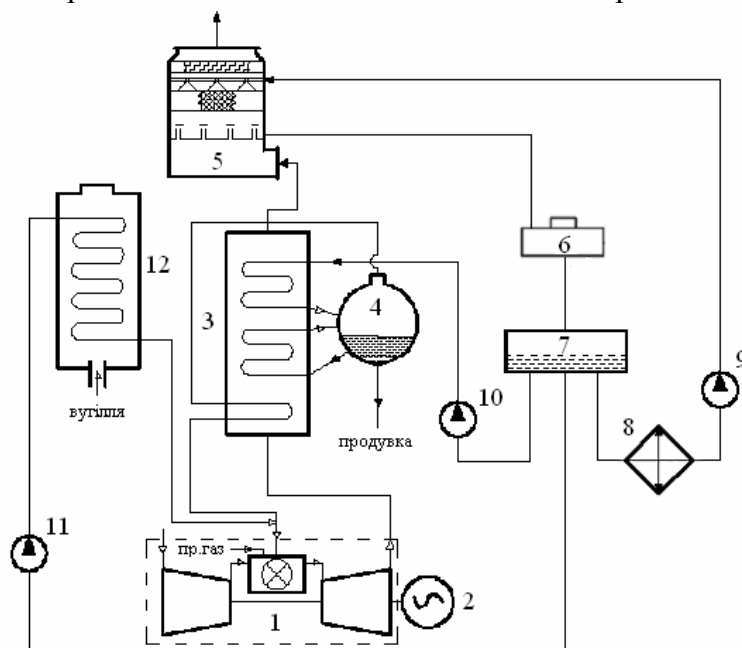


Рис 1. Теплова схема газопаротурбінної установки на комбінованому паливі

- 1 - газопаротурбінний двигун;
- 2 - електрогенератор;
- 3 - котел-утилізатор;
- 4 - барабан-сепаратор;
- 5 - контактний конденсатор;
- 6 - деаератор;
- 7 - розподільчий бак;
- 8 - охолоджувач води;
- 9, 10, 11 – насоси подачі води;
- 12 - паровий котел.

Література

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций // Москва: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с.
2. Березинец П.А., Копеев А.Я. Газотурбинная надстройка блоков 300 мВт Костромской ГРЭСУ // Электрические станции. - 1999. - №9, с.21-27.
3. Андрищенко А.И. О некоторых ошибках в методике определения экономичности газотурбинной надстройки ТЭЦ // Энергетика и электрификация. - 1996. - №3, с.28-33.
4. Попырин Л.С., Щеглов А.Г. Эффективные типы парогазовых и газотурбинных установок для ТЭС // Электрические станции. - 1997. - №7, с.23-28.
5. Дикий Н. А., Пятничко А. И., Карп И. Н. Производство электрической и тепловой энергии по газопаровому циклу на комбинированном и газовом топливе // Эко-технологии и ресурсосбережение. - 2006. - №2. - с. 3-8.